

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re the Application of:

KANG WOON HONG, ET AL.

Application No.:

Filed:

For: **Method and Apparatus For
Determining Communication Path
Over Network by Using Spanning
Tree and Circuit Detection**

Art Group:

Examiner:

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

REQUEST FOR PRIORITY

Sir:

Applicant respectfully requests a convention priority for the above-captioned application, namely:

<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NUMBER</u>	<u>DATE OF FILING</u>
Korea	2002-0069412	9 November 2002

☒ A certified copy of the document is being submitted herewith.

Respectfully submitted,

Blakely, Sokoloff, Taylor & Zafman LLP

Dated: 12/31/03

12400 Wilshire Blvd., 7th Floor
Los Angeles, California 90025
Telephone: (310) 207-3800


Eric S. Hyman, Reg. No. 30,139

**KOREAN INTELLECTUAL
PROPERTY OFFICE**

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

Application Number:: Korean Patent Application 2002-0069412

Date of Application:: 09 November 2002

Applicant(s) : Electronics and Telecommunications Research Institute

30 December 2002

COMMISSIONER



This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

출원번호 : 10-2002-0069412
Application Number PATENT-2002-0069412

출원년월일 : 2002년 11월 09일
Date of Application NOV 09, 2002

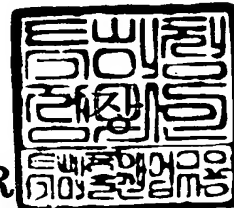
출원인 : 한국전자통신연구원
Applicant(s) Electronics and Telecommunications Research Institute



2002 년 12 월 30 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0011
【제출일자】	2002.11.09
【국제특허분류】	H04L
【발명의 명칭】	스패닝 트리와 회로 검출에 의한 네트워크 경로 설정 방법 및 장치
【발명의 영문명칭】	Method and apparatus for determining communication path on network using spanning tree and detecting circuits
【출원인】	
【명칭】	한국전자통신연구원
【출원인코드】	3-1998-007763-8
【대리인】	
【성명】	이영필
【대리인코드】	9-1998-000334-6
【포괄위임등록번호】	2001-038378-6
【대리인】	
【성명】	이해영
【대리인코드】	9-1999-000227-4
【포괄위임등록번호】	2001-038396-8
【발명자】	
【성명의 국문표기】	홍강운
【성명의 영문표기】	HONG,Kang Woon
【주민등록번호】	730614-1002612
【우편번호】	138-901
【주소】	서울특별시 송파구 거여2동 거여1단지 103동 803호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	이형섭
【성명의 영문표기】	LEE,Heyung Sub
【주민등록번호】	641023-1408511

【우편번호】	301-130
【주소】	대전광역시 중구 문화동 극동아파트 103동 501호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	이형호
【성명의 영문표기】	LEE, Hyeong Ho
【주민등록번호】	550403-1481019
【우편번호】	305-755
【주소】	대전광역시 유성구 어은동 한빛아파트 107동 804호
【국적】	KR
【심사청구】	청구
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인 이영필 (인) 대리인 이해영 (인)
【수수료】	
【기본출원료】	20 면 29,000 원
【가산출원료】	14 면 14,000 원
【우선권주장료】	0 건 0 원
【심사청구료】	8 항 365,000 원
【합계】	408,000 원
【감면사유】	정부출연연구기관
【감면후 수수료】	204,000 원
【기술이전】	
【기술양도】	희망
【실시권 허여】	희망
【기술지도】	희망
【첨부서류】	1. 요약서·명세서(도면)_1통

【요약서】

【요약】

스패닝 트리와 회로 검출에 의한 네트워크 경로 설정 방법 및 장치가 개시된다. 본 발명에 의한 네트워크 경로 설정 방법은, 네트워크 상의 연결장치들을 정점으로 하고 상기 연결장치들 사이의 링크를 간선으로 하는 스패닝 트리를 생성하는 단계, 스패닝 트리의 모든 정점에 대해 소정의 정점 정보를 지정하는 단계, 스패닝 트리에 대응하는 원래의 네트워크에서 연결장치 사이에 복수의 경로를 가지는 회로를 모두 찾는 단계, 및 회로에 해당하는 링크들에는 래피드 링 스패닝 트리 프로토콜을 적용하고, 스패닝 트리의 링크 중에서 회로에 해당하지 않는 링크들에는 래피드 스패닝 트리 프로토콜을 적용하는 단계를 포함한다. 루핑이 존재하는 부분과 루핑이 존재하지 않는 부분에 서로 다른 프로토콜을 적용함으로써, 기존의 방법으로 RRSTP를 적용할 수 없었던 토폴로지에 RRSTP를 적용할 수 있고, 기존의 RSTP만을 사용하는 방식에 비해 수렴시간을 줄일 수 있다.

【대표도】

도 1

【명세서】**【발명의 명칭】**

스패닝 트리와 회로 검출에 의한 네트워크 경로 설정 방법 및 장치{Method and apparatus for determining communication path on network using spanning tree and detecting circuits}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 본 발명에 의한 네트워크 경로 설정 방법을 나타낸 흐름도이다.

도 2는 본 발명에 의한 네트워크 경로 설정 방법에 있어서 스패닝 트리를 생성하는 단계의 일 실시예를 나타낸 흐름도이다.

도 3은 본 발명에 의한 네트워크 경로 설정 방법에 있어서 정점 정보인 Location Word를 할당하는 단계의 일 실시예를 나타낸 흐름도이다.

도 4a 및 도 4b는 본 발명에 의한 네트워크 경로 설정 방법에 있어서 정점 정보인 Location Word를 할당하는 단계의 다른 일 실시예를 나타낸 흐름도이다.

도 5는 본 발명에 의한 네트워크 경로 설정 방법에 있어서 회로를 찾는 단계의 일 실시예를 나타낸 흐름도이다.

도 6a 및 도 6b는 본 발명에 의한 네트워크 경로 설정 방법에 있어서 회로를 찾는 단계의 다른 일 실시예를 나타낸 흐름도이다.

도 6c는 본 발명에 의한 네트워크 경로 설정 방법에 있어서 이웃하는 정점 간의 링크에 의해 생성되는 회로를 찾는 방법의 일 실시예를 나타낸 흐름도이다.

도 7a 내지 도 7f는 본 발명에 의한 네트워크 경로 설정 방법을 적용하는 예를 나타낸 프로그램 실행 결과도이다.

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

- <9> 본 발명은 컴퓨터 네트워크에 관한 것으로, 특히 스페닝 트리와 회로 검출을 이용한 네트워크 경로 설정 방법 및 장치에 관한 것이다.
- <10> 네트워크 상의 여러 연결장치간의 경로를 설정하는 방법 중에서, 여러 LAN들을 상호 연결함으로써 발생하는 트래픽 루핑 문제를 해결하기 위해 스페닝 트리 프로토콜 (Spanning Tree Protocol, STP)이 IEEE 표준 802.1D로 제안되었다. 스페닝 트리 프로토콜은 주로 기업망에서 브릿지(bridge)를 사용하여 발생하는 루핑(looping) 문제를 해결하는데 사용되었다. 그러나, 통신 시장의 요구가 증대되어 점차 본점과 지점 사이의 연결, 사용자와 기업 사이의 연결, 및 기업 간의 연결을 필요로 하게 되었고, 스페닝 트리 프로토콜은 이러한 요구를 만족시키지 못하고 있다.
- <11> 스페닝 트리 프로토콜에서 사용되는 스페닝 트리 알고리즘은 트래픽 루핑 문제를 해결하기 위해 루핑을 발생시키는 링크들을 제거하는데, 이러한 방식에서는 알고리즘의 성능과 효율이 떨어지는 문제점이 있다. 또한, 스페닝 트리 알고리즘에 의해 생성된 경로를 가지는 네트워크에서는 실제로 사용 가능한 링크를 블로킹 상태로 둠으로 인해 대역폭을 비효율적으로 활용하게 되는 문제점이 있다.

<12> 그리고, 스페닝 트리 상의 링크에 장애가 있는 경우, 네트워크 경로를 재설정하여야 하는데, 이때의 수렴 시간(convergence time)은 약 30초 가량이 되므로 메트로망(Metropolitan area network)과 같은 경우에 있어서는 치명적인 문제점이 된다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<13> 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 스페닝 트리와 회로 검출 방법을 이용하여 루핑이 존재하는 부분과 루핑이 존재하지 않는 부분에 서로 다른 프로토콜을 적용함으로써 성능과 효율이 향상된 네트워크 경로 설정 방법 및 장치를 제공하는 것이다.

<14> 본 발명이 이루고자 하는 다른 기술적 과제는 상기의 네트워크 경로 설정 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체를 제공하는 것이다.

【발명의 구성 및 작용】

<15> 상기 기술적 과제를 이루기 위한 본 발명에 의한 네트워크 경로 설정 방법은, 네트워크 상의 연결장치들을 정점으로 하고 상기 연결장치들 사이의 링크를 간선으로 하는 스페닝 트리를 생성하는 단계; 상기 스페닝 트리의 모든 정점에 대해 소정의 정점 정보를 지정하는 단계; 상기 스페닝 트리에 대응하는 원래의 네트워크에서 연결장치 사이에 복수의 경로를 가지는 회로를 모두 찾는 단계; 및 상기 회로에 해당하는 링크들에는 래피드 링 스페닝 트리 프로토콜을 적용하고, 상기 스페닝 트리의 링크 중에서 상기 회로에 해당하지 않는 링크들에는 래피드 스페닝 트리 프로토콜을 적용하는 단계를 포함하는 것이 바람직하다.

- <16> 상기 기술적 과제를 이루기 위한 본 발명에 의한 네트워크 경로 설정 장치는, 네트워크 상의 연결장치들을 정점으로 하고 상기 연결장치들 사이의 링크를 간선으로 하는 스패닝 트리를 생성하는 스패닝트리생성부; 상기 스패닝 트리의 모든 정점에 대해 소정의 정점 정보를 지정하는 정점정보지정부; 상기 스패닝 트리에 대응하는 원래의 네트워크에서 연결장치 사이에 복수의 경로를 가지는 회로를 모두 찾는 회로탐색부; 및 상기 회로에 해당하는 링크들에는 래피드 링 스패닝 트리 프로토콜을 적용하고, 상기 스패닝 트리의 링크 중에서 상기 회로에 해당하지 않는 링크들에는 래피드 스패닝 트리 프로토콜을 적용하는 스패닝트리프로토콜적용부를 포함하는 것이 바람직하다.
- <17> 이하, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명에 따른 네트워크 경로 설정 방법 및 장치에 대해 상세히 설명한다.
- <18> 도 1은 본 발명에 의한 네트워크 경로 설정 방법을 나타낸 흐름도이다.
- <19> 도 1을 참조하면, 본 발명에 의한 네트워크 경로 설정 방법은 네트워크 상의 연결장치들을 정점으로 하고 상기 연결장치들 사이의 링크를 간선으로 하는 스패닝 트리를 생성하는 단계(101), 스패닝 트리의 모든 정점에 대해 소정의 정점 정보를 지정하는 단계(102), 스패닝 트리에 대응하는 원래의 네트워크에서 연결장치 사이에 복수의 경로를 가지는 회로를 모두 찾는 단계(103), 및 회로에 해당하는 링크들에는 래피드 링 스패닝 트리 프로토콜을 적용하고, 스패닝 트리의 링크 중에서 회로에 해당하지 않는 링크들에는 래피드 스패닝 트리 프로토콜을 적용하는 단계(104)를 포함한다.
- <20> 네트워크 상에서의 경로 설정에서는 네트워크 상의 연결 장치 특히 브리지 사이의 경로를 설정한다. 브리지는 리피터(repeater)나 허브(hub)와는 달리 이더넷 프레임을 감시하여 네트워크 트래픽이 어느 포트에서 어느 포트에 전달되는가를 학습하여

(Learning), 이후 도달한 네트워크 프레임이 어느 포트로 전달되어야 하는지를 아는 경우는 그 포트로 그 프레임을 전송하게 되나, 만일 학습된 정보에 포함되지 않은 목적 주소를 가지는 네트워크 프레임이 도달된 경우는, 그 프레임을 모든 포트로 전송한다(플러딩, flooding).

- <21> 네트워크 상의 연결장치들 간에는 복수의 경로가 존재할 수 있다. 이러한 복수의 경로를 회로(circuit)라고 하는데, 만약 네트워크 상에 이러한 회로가 있는 경우, 상기와 같은 플러딩이 발생하면, 네트워크 프레임은 이 회로를 순회하며 불필요한 네트워크 트래픽을 생성하게 된다. 이를 브리지 루핑이라고 하는데, 이를 해결하기 위해 스패닝 트리 프로토콜이 제안된 것이다.
- <22> 스패닝 트리 프로토콜(STP)에서는, 네트워크 상의 연결장치들을 정점(vertex)으로 하고 연결장치들 사이의 링크를 간선(edge)으로 하는 그래프를 가정한다. 이러한 그래프에서 브리지 루핑은 회로를 형성하게 되므로, 이러한 루핑을 제거함과 동시에 모든 연결장치들에 연결되기 위해서는 스패닝 트리를 형성하여 스패닝 트리에 포함되는 링크에 대해서는 네트워크 트래픽을 허용하고, 스패닝 트리에 포함되지 않는 링크는 블로킹하여 네트워크 트래픽을 금지한다. 만일 스패닝 트리 상의 링크에 장애가 발생하면, 이러한 링크를 제외한 그래프에서 스패닝 트리를 생성하여 네트워크 경로를 재설정하게 된다.
- <23> 이러한 STP에서의 수렴시간이나 대역폭 등 성능 및 효율에서의 문제를 해결하기 위한 방법으로 래피드 스패닝 트리 프로토콜과 래피드 링 스패닝 트리 프로토콜이 있다.
- <24> 래피드 스패닝 트리 프로토콜(RSTP)은 STP의 긴 수렴 시간을 줄이기 위해 제안되었다. 이 프로토콜은 점대점 링크에서의 연결 복구 작업이 공유 링크에서의 연결 복구보다 간단하다는 점을 이용한다. RSTP에서는 브릿지의 포트가 블로킹(blocking) 상태에서 포

워딩(forwarding) 상태로 변경될 때 기존의 STP에서 사용되는 긴 포워드 타이머(forward timer)를 사용하지 않는다. 이것은 점대점 링크에 의해 연결된 브릿지들은 상태 변경을 고려할 포트들의 수가 단 2개라는 점 때문이다. 많은 메트로망들은 점대점 링크에 기반을 두기 때문에 RSTP에서의 빠른 수렴 시간(Convergence Time)은 대단한 성능 향상이라고 할 수 있다. 동시에 RSTP는 STP와의 유사성을 제공하고 기존의 브릿지들과도 상호 연동될 수 있는 호환성도 제공한다.

<25> RSTP에서의 수렴 시간은 2초 내지 3초가 걸린다. 하지만, 이것은 동기식 광 통신망(Synchronous Optical Network, SONET)과 같은 메트로망에서의 요구를 만족시키지는 못한다. 또한, 기존의 메트로망은 메트로 이더넷으로 바뀌고 있다. 이것은 메트로 이더넷이 데이터 트래픽에 적당할 뿐만 아니라 단순하기 때문이다. 하지만, 메트로 이더넷은 SONET에서 제공하는 신뢰성이 부족하다. 이러한 부족한 점을 향상시키기 위해 Riverstone Networks는 래피드 링 스패닝 트리 프로토콜(Rapid Ring Spanning Tree Protocol, RRSTP)을 제안하고 있다.

<26> 이더넷은 단순성을 제공할 뿐만 아니라 데이터 트래픽에 적당하다. 하지만, 이더넷은 메트로망에서 요구하는 신뢰성이나 대역폭을 제공하지 못했다. 최근에는 10G 이더넷이 표준화 과정에 있으므로 이더넷이 SONET을 대체할 것으로 예상되고 있다. 또한, 메트로망의 링 토폴로지는 임의의 망보다는 단순하다. 이러한 단순성은 RSTP의 성능을 향상시키는데 도움이 된다.

<27> Riverstone Networks는 링 토폴로지의 특성을 활용하기 위해 RSTP를 수정하였다. 이 토폴로지는 고유한 링(Ring) ID로 각각의 링들을 구분하고 발생하는 BPDU(Bridge

Protocol Data Units)들은 링의 경계 밖으로 벗어나지 않는다. 결과적으로, 각각의 링에 대한 스패닝 트리들은 독립적으로 동작하게 된다.

<28> 본 발명에서는 RSTP와 RRSTP의 이러한 장점들을 활용하여 네트워크 상에서 루핑이 존재하는 부분과 루핑이 존재하지 않는 부분에서의 STP의 적용을 다르게 함으로써 네트워크 경로 설정에서의 성능과 효율의 향상을 기하고자 한다. 이를 위해 스패닝 트리를 형성한 후(101), 전체 그래프에서의 회로를 검색하여(103), 회로가 존재하는 부분에는 RRSTP를 적용하고, 회로가 존재하지 않는 부분에는 RSTP를 적용하여(104) 양자의 장점을 활용하는 방법을 제안한다.

<29> 먼저 스패닝 트리를 생성한다(101). 그런 다음, 스패닝 트리의 루트(Root)와 다른 정점(vertex)들 간의 계층 관계와, 동일한 서브루트(subroot)를 갖는 정점(vertex)들 간의 시블링(sibling) 관계를 의미하는 정점 정보인 Location Word값을 각 Vertex에 할당하는 과정을 수행한다(102). Location Word값을 사용하여 원 네트워크(Original Network) 내의 회로(루핑과 동일한 의미)를 찾는 과정을 수행하고(103) 찾아낸 회로와 스패닝 트리에서 찾아낸 회로를 제거한 부분들에 각각 RRSTP와 RSTP를 적용하는 과정을 수행한다(104).

<30> 도 2는 본 발명에 의한 네트워크 경로 설정 방법에 있어서 스패닝 트리를 생성하는 단계의 일 실시예를 나타낸 흐름도이다.

<31> 도 2를 참조하면, 스패닝 트리를 생성하기 위해서는, 모든 정점들을 언태그드 정점 리스트에 저장하고(201), 각각의 정점들에 대한 언태그드 간선 리스트에 각 정점에 연결된 모든 링크들을 저장한 뒤(202), 언태그드 정점 리스트에서 임의로 하나의 정점을 선택하여(203), 선택된 정점을 언태그드 정점 리스트에서 삭제하고 태그드 정점 리스트에

저장한다(204). 이 단계에 이르러 태그드 정점 리스트에는 하나의 정점이 저장되고 언태그드 정점 리스트에는 나머지 정점들이 저장되어 있다.

<32> 이후에는 언태그드 정점 리스트의 정점이 모두 태그드 정점 리스트로 옮겨질 때까지 스페닝 트리에 해당하는 간선을 스페닝 트리에 포함시키는 과정이 반복된다. 즉, 먼저 언태그드 리스트에 정점이 남아 있는지 확인하고(205), 태그드 정점 리스트에 있는 모든 정점들에 연결된 링크들 중에 해당 정점의 태그드 간선 리스트에 존재하지 않으면서 가장 작은 가중치를 가지는 링크를 선택하고(206), 선택된 링크를 해당 정점의 태그드 간선 리스트에 저장하며(207), 선택된 링크로 연결된 이웃 정점을 언태그드 정점 리스트에서 삭제하고 태그드 정점 리스트에 저장한다(208). 이후 다시 언태그드 정점 리스트에 정점이 남아 있는지 확인하여 206 내지 208의 단계를 반복 수행하며, 모든 정점에 대해 이러한 단계가 수행된 경우 스페닝 트리의 생성을 끝내게 된다.

<33> 이 과정은 기존의 스페닝 트리 알고리즘을 기반으로 한다. 이 과정에서 회로를 발생시킴으로써 제거되는 링크들과 스페닝 트리에 포함되는 링크들을 구분하기 위해 각 링크에 태그(Tag)값 또는 언태그(Untag) 값을 할당한다. 이때 언태그드(untagged)란 태그 표시되지 않았다는 것을 의미한다. 초기값을 언태그드 값으로 설정하고(202) 스페닝 알고리즘을 통해 스페닝 트리를 구성하도록 선택된 링크에 태그 값을 설정한다(207).

<34> 이는 하나의 정점을 선택하여 스페닝 트리에 포함시키고(203 및 204), 스페닝 트리에 포함된 정점들에 연결된 링크 중에서 가장 작은 가중치를 가지며 회로를 만들지 않는 링크를 선택하여 스페닝 트리에 포함시키며(206 및 207), 링크의 양끝 정점 중에 스페닝 트리에 포함되지 않은 정점을 스페닝 트리에 포함시키는(208) 것이다. 이를 모든 정

점이 스패닝 트리에 포함될 때까지 반복 수행하여, 회로가 존재하지 않으면서 모든 정점이 포함되는 스패닝 트리를 생성하게 된다.

<35> 도 3은 본 발명에 의한 네트워크 경로 설정 방법에 있어서 정점 정보인 Location Word를 할당하는 단계의 일 실시예를 나타낸 흐름도이다.

<36> 이 과정에서는 스패닝 트리의 Vertex들 간의 계층구조를 이용하여, parent vertex와 child vertex 간의 관계인 Vertex들과 sibling 관계인 Vertex들에 각각의 관계를 의미하는 Location Word값을 할당한다. 이를 자세히 살펴보면 Spanning Tree의 Root인 Vertex를 선택하여(301) Location Word의 초기값인 Base Location Word를 Root Vertex에 할당한다(302). 그런 다음, 선택된 Vertex의 child vertex들 중에서 Tag 표시된 Link를 통해 연결된 child vertex들을 선택한다(303). 여기서 child vertex란 tree상의 root에서 leaf 방향으로 연결된 vertex들을 말하고 parent vertex의 Location Word값은 child vertex의 Location Word값보다 작다. 그런 다음, parent vertex의 Location Word값으로부터 계산된 새로운 Location Word값들을 선택된 Child Vertex들에 할당한다(304).

Location Word값의 계산 방법은 다음 식 1과 같다.

<37> 【수학식 1】 Child vertex의 Location Word

<38>
$$= (\text{parent vertex의 Location Word} * 2^{\text{MAX_SIBLING}}) + \text{sibling_index}$$

<39> 수학식 1에서 sibling_index는 소정의 초기값 이상이며, 2의 (MAX_SIBLING - 1) 제곱 이하이다(305).

- <40> 선택된 child vertex들은 parent vertex로 바뀌어 303, 304, 및 305 단계를 반복 수행하고(306), 이 반복과정은 spanning tree의 모든 vertex들이 parent vertex로 사용 될 때까지 반복된다(307).
- <41> 도 4a 및 도 4b는 본 발명에 의한 네트워크 경로 설정 방법에 있어서 정점 정보인 Location Word를 할당하는 단계의 다른 일 실시예를 나타낸 흐름도이다.
- <42> 도 4a를 참조하면, 먼저 모든 정점들의 Location Word 값을 최대 Location Word 값으로 할당한다(401). 다음 스페닝 트리의 루트를 vertex로 선택하고(402), Base_word로 1을 선택하여(403) 재귀함수인 $F1(\text{Vertex}, \text{Base_Word})$ 을 호출한다(404).
- <43> 도 4b를 참조하여 재귀적으로 호출되는 함수인 $F1$ 에 대해서 살펴보면, 먼저 Sibling_index 값으로 1을 선택하고, 함수 호출 시 주어진 vertex의 Location Word 값을 Base_word로 한 뒤(501), Vertex의 모든 태그 표시된 링크들을 Unused 리스트에 저장한다(502).
- <44> Unused 리스트에 링크가 있는지 검사하여(503), 없으면 함수를 끝내고, 있다면, 링크를 하나 선택하여 선택된 링크를 Used 리스트에 저장하고(504), Vertex의 Location Word와 이웃한 버텍스(Neighbor Vertex)의 Location Word 값을 서로 비교하여(505) Vertex의 Location Word 값이 더 작지 않은 경우 503 단계부터 다시 수행한다. 만일 이웃 버텍스의 Location Word 값이 더 크다면, Base_word를 MAX_SIBLING 값만큼 left shift한 값에 sibling_index 값을 더하여 Base_Word에 할당하고(506), sibling_index 값을 1 증가시킨 뒤(507), 이웃한 버텍스와 Base_word 값을 인수로 하여 재귀적으로 자신을 호출하게 된다(508). 이와 같은 재귀적 호출을 끝낸 후 다시 503 단계로 돌아가

Unused 리스트의 모든 링크에 대해 작업을 수행하면 모든 정점에 대해 Location Word가 할당된다.

- <45> 도 5는 본 발명에 의한 네트워크 경로 설정 방법에 있어서 회로를 찾는 단계의 일 실시예를 나타낸 흐름도이다.
- <46> 도 5를 참조하면, 본 발명에 의한 네트워크 경로 설정 방법에 있어서 회로 (circuit)를 찾는(detect) 바람직한 방법은, 스페닝 트리의 루트 정점을 조상 정점으로 선택하는 단계(601), 선택된 조상 정점의 링크들 중 스페닝 트리에 포함되지 않은 링크들로 연결된 자식 정점을 선택하는 단계(602), 선택된 자식 정점과 조상 정점의 정점 정보 값을 이용하여 이들을 연결하는 스페닝 트리 상의 중복된 최상위 부모 정점을 찾는 단계(603), 중복된 최상위 부모 정점의 정점 정보 값을 이용하여 자식 정점과 조상 정점 사이의 복수의 경로를 포함하는 회로를 찾는 단계(604), 조상 정점의 나머지 자식 정점에 대해 602 내지 604 단계를 반복하여 수행하는 단계(605), 및 스페닝 트리에 포함되는 모든 정점들이 조상 정점으로 사용될 때까지 차례로 자식 정점들을 조상 정점으로 선택하여 602 내지 605 단계를 수행하는 단계(606)를 포함한다.
- <47> 이 과정에서는 Tag 표시되지 않은 Link에 의해 연결되는 두 vertex들에 대해, 각 Vertex의 Location Word값을 이용하여 circuit을 찾는다. 세부적으로는 먼저 Spanning Tree의 Root인 Ancestor Vertex를 선택한다(601), 여기서 Ancestor Vertex는 Circuit에서 tag 표시되지 않은 링크에 의해 연결된 두 Vertex중 spanning tree 상에서 상위에 위치한 vertex를 의미한다. 선택된 Vertex의 child vertex들 중에서 Tag 표시되지 않은 Link들로 연결된 child vertex들을 선택한다(602). 그런 다음, 선택된 child vertex와 ancestor vertex의 Location Word값을 이용하여 두 vertex에 대해 spanning tree 상에서

중복된 최상위 parent vertex를 찾는다(603). 이제 ancestor vertex, 선택된 child vertex, 중복된 최상위 parent vertex 각각의 Location Word를 이용하여 circuit을 찾는다(604). 선택된 child vertex들은 ancestor vertex로 바뀌어 602, 603, 604 단계를 반복 수행하고(605), 이 반복과정은 spanning tree의 모든 vertex들이 ancestor vertex로 사용될 때까지 반복된다(606).

<48> 도 6a 및 도 6b는 본 발명에 의한 네트워크 경로 설정 방법에 있어서 회로를 찾는 단계의 다른 일 실시예를 나타낸 흐름도이다.

<49> 도 6을 참조하면 본 발명에 의한 네트워크 경로 설정 방법에서 회로를 찾는 단계의 다른 바람직한 일 실시예는, 먼저 스페닝 트리의 루트를 Vertex로 선택하고(701), 재귀 함수인 $F2(\text{Vertex})$ 함수를 호출하는 것이다(702).

<50> 도 6b를 참조하여 재귀함수인 $F2$ 의 작용을 살펴보면, 먼저 Vertex의 모든 태그 표시되지 않은 링크들을 Unused 리스트에 저장하고(801), 다음 Unused 리스트에 링크가 있는지 확인한다(802). 만일 링크가 없다면, 806 단계로 진행한다.

<51> Unused 리스트에 링크가 있다면, 먼저 링크를 하나 선택하여 이를 Used 리스트에 저장하고(803), Vertex의 Location Word와 이웃 버텍스(Neighbor Vertex)의 Location Word를 비교한다(804). 만일 Vertex의 Location Word가 더 작지 않으면 802 단계로 돌아간다. 만일 이웃 버텍스의 Location Word가 더 큰 경우, Vertex와 이웃 버텍스 사이의 링크에 의해 생성되는 회로(circuit)를 찾은 다음(805), 다시 802 단계로 돌아가서 Unused 리스트에 링크가 없을 때까지 803 내지 805 단계를 반복하여 수행한다.

- <52> Unused 리스트의 모든 링크에 대해 803 내지 805 단계를 수행한 다음, Vertex의 모든 태그 표시된 링크들을 Unused 리스트에 저장하고(806), Unused 리스트에 링크가 있는 동안, 808 내지 810 단계를 수행한다.
- <53> 먼저 Unused 리스트에 링크가 있는지 확인하고(807), 링크를 하나 선택하여 선택된 링크를 Used 리스트에 저장한다(808). 다음 Vertex의 Location Word와 이웃 버텍스(Neighbor Vertex)의 Location Word를 비교한다(809). 만일 Vertex의 Location Word가 더 작지 않으면 807 단계로 돌아간다. 만일 이웃 버텍스의 Location Word가 더 큰 경우, Neighbor Vertex를 인수로 하여 F2 함수를 재귀적으로 호출한다(810). 이를 Unused 리스트의 모든 링크에 대해 수행하면, 네트워크 상의 모든 회로(circuit)를 찾을 수 있다.
- <54> 805 단계에서는 Vertex와 Neighbor Vertex 간의 링크에 의해 생성되는 회로를 찾는 데, 이를 자세히 살펴본다.
- <55> 도 6c는 본 발명에 의한 네트워크 경로 설정 방법에 있어서 이웃하는 정점 간의 링크에 의해 생성되는 회로를 찾는 방법의 일 실시예를 나타낸 흐름도이다.
- <56> 먼저 Vertex와 Neighbor Vertex의 Location Word 값을 이용하여 스패닝 트리 상의 공통 루트를 찾는다(901). 이는 최상위 비트(most significant bit, MSB)부터 최하위 비트(least significant bit, LSB) 방향으로 MAX_SIBLING 비트수의 배수만큼 동일한 비트 값을 갖는 정점을 찾는 것에 의해 가능하다. 이렇게 찾은 정점을 루트 버텍스라 한다.
- <57> 다음 Vertex와 루트 버텍스의 Location Word 값을 이용하여 Vertex로부터 루트 버텍스까지의 경로 상의 모든 정점들을 찾는다(902). 다음 Neighbor Vertex와 루트 버텍스

의 Location Word 값을 이용하여 Neighbor Vertex로부터 루트 버텍스까지의 경로 상의 모든 정점들을 찾는다(903)

- <58> 도 7a 내지 도 7f는 본 발명에 의한 네트워크 경로 설정 방법을 적용하는 예를 나타낸 프로그램 실행 결과도이다.
- <59> 도 7a는 정점 a, b, c, d, e, f로 이루어진 그래프를 나타낸다.
- <60> 도 7b는 정점 d를 초기 정점(seed vertex)으로 하여 생성된 스페닝 트리를 나타낸다.
- <61> 도 7c 내지 도 7f를 살펴보면, 각각 회로를 검출한 것을 도시하고 있다.
- <62> 도 7c에서는 정점 d와 정점 a 사이의 링크가 블록킹 상태에 있게 되며, 정점 d, a, c, d를 차례로 연결하는 링크들로 이루어진 회로에 대해 RRSTP가 적용된다.
- <63> 도 7d에서는 정점 d와 정점 b 사이의 링크가 블록킹 상태에 있게 되며, 정점 d, c, a, b, d를 차례로 연결하는 링크들로 이루어진 회로에 대해 RRSTP가 적용된다.
- <64> 도 7e에서는 정점 a와 정점 e 사이의 링크가 블록킹 상태에 있게 되며, 정점 a, e, b, a를 차례로 연결하는 링크들로 이루어진 회로에 대해 RRSTP가 적용된다.
- <65> 도 7f에서는 정점 e와 정점 f 사이의 링크가 블록킹 상태에 있게 되며, 정점 e, f; b, e를 차례로 연결하는 링크들로 이루어진 회로에 대해 RRSTP가 적용된다.
- <66> 이렇게 스페닝 트리와 회로 검출 방법을 이용하여 루핑이 존재하는 부분과 루핑이 존재하지 않는 부분에 서로 다른 프로토콜을 적용함으로써, RSTP는 적용될 수 있지만 RRSTP는 적용될 수 없었던 토폴로지에 대해 조건적으로 토폴로지를 분석한 후 새롭게 토폴로지를 구성하여 RRSTP가 적용될 수 있다.

<67> 본 발명은 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체에 컴퓨터(정보 처리 기능을 갖는 장치를 모두 포함한다)가 읽을 수 있는 코드로서 구현하는 것이 가능하다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 매체는 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록 장치를 포함한다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 장치의 예로는 ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피 디스크, 광데이터 저장장치 등이 있다.

<68> 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 등록청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

【발명의 효과】

<69> 본 발명에 의한 네트워크 경로 설정 방법에 의하면, 스페닝 트리와 회로 검출 방법을 이용하여 루핑이 존재하는 부분과 루핑이 존재하지 않는 부분에 서로 다른 프로토콜을 적용함으로써, 기존의 방법으로 RRSTP를 적용할 수 없었던 토폴로지에 RRSTP를 적용할 수 있고, RSTP와 RRSTP를 함께 사용할 수 있는 방법을 제시함으로써, 기존의 RSTP만을 사용하는 방식에 비해 수렴시간을 줄일 수 있다.

【특허청구범위】

【청구항 1】

- (a) 네트워크 상의 연결장치들을 정점으로 하고 상기 연결장치들 사이의 링크를 간선으로 하는 스패닝 트리를 생성하는 단계;
- (b) 상기 스패닝 트리의 모든 정점에 대해 소정의 정점 정보를 지정하는 단계;
- (c) 상기 스패닝 트리에 대응하는 원래의 네트워크에서 연결장치 사이에 복수의 경로를 가지는 회로를 모두 찾는 단계; 및
- (d) 상기 회로에 해당하는 링크들에는 래피드 링 스패닝 트리 프로토콜을 적용하고, 상기 스패닝 트리의 링크 중에서 상기 회로에 해당하지 않는 링크들에는 래피드 스패닝 트리 프로토콜을 적용하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 네트워크 경로 설정 방법.

【청구항 2】

- 제 1 항에 있어서, 상기 (a) 단계는,
- (a1) 하나의 정점을 선택하여 스패닝 트리에 포함시키는 단계;
- (a2) 스패닝 트리에 포함된 정점들에 연결된 링크 중에서 가장 작은 가중치를 가지며 회로를 만들지 않는 링크를 선택하여 상기 스패닝 트리에 포함시키는 단계;
- (a3) 상기 링크의 양끝 정점 중에 상기 스패닝 트리에 포함되지 않은 정점을 상기 스패닝 트리에 포함시키는 단계; 및
- (a4) 모든 정점이 상기 스패닝 트리에 포함될 때까지 상기 (a2) 단계 및 (a3) 단계를 반복하여 수행하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 네트워크 경로 설정 방법.

【청구항 3】

제 1 항에 있어서, 상기 (a) 단계는

- (a1) 상기 정점들을 모두 소정의 언태그드 정점 리스트에 저장하는 단계;
- (a2) 각각의 정점들에 대한 소정의 언태그드 간선 리스트에 각 정점에 연결된 모든 링크들을 저장하는 단계;
- (a3) 상기 언태그드 정점 리스트에서 임의로 하나의 정점을 선택하여 상기 언태그드 정점 리스트에서 삭제하고 소정의 태그드 정점 리스트에 저장하는 단계;
- (a4) 상기 태그드 정점 리스트에 있는 모든 정점들에 연결된 링크들 중에 해당 정점의 태그드 간선 리스트에 존재하지 않으면서 가장 작은 가중치를 가지는 링크를 선택하는 단계;
- (a5) 상기 선택된 링크를 해당 정점의 태그드 간선 리스트에 저장하는 단계;
- (a6) 상기 선택된 링크로 연결된 이웃 정점을 상기 언태그드 정점 리스트에서 삭제하고 상기 태그드 정점 리스트에 저장하는 단계; 및
- (a7) 상기 언태그드 정점 리스트에 정점이 남아 있는 경우, 상기 (a4) 단계 내지 (a6) 단계를 반복하여 수행하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 네트워크 경로 설정 방법.

【청구항 4】

제 1 항에 있어서, 상기 (b) 단계는,

- (b1) 상기 스페닝 트리의 루트 정점을 부모 정점으로 선택하는 단계;
- (b2) 선택된 부모 정점에 소정의 정점 정보를 할당하는 단계;

(b3) 상기 선택된 부모 정점의 링크들 중 스페닝 트리에 포함된 링크들로 연결된 자식 정점들을 선택하여 상기 (b2) 단계를 반복하는 단계; 및

(b4) 스페닝 트리에 포함된 모든 정점이 부모 정점으로 선택될 때까지 상기 (b2) 내지 (b3) 단계를 반복하여 수행하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 네트워크 경로 설정 방법.

【청구항 5】

제 4 항에 있어서, 상기 정점 정보는,

루트 정점에 대해서는 소정의 기본 정점 정보이며,

루트 정점 이외의 정점에 대해서는, 자신의 부모 정점의 정점 정보 값을 소정의 비트 수만큼 레프트 쉬프트한 값에 소정의 인덱스 값을 더한 값을 가지며,

상기 인덱스 값은 각 정점을 선택할 때마다 1씩 증가하는 것을 특징으로 하는 네트워크 경로 설정 방법.

【청구항 6】

제 1 항에 있어서, 상기 (c) 단계는,

(c1) 스페닝 트리의 루트 정점을 조상 정점으로 선택하는 단계;

(c2) 선택된 조상 정점의 링크들 중 스페닝 트리에 포함되지 않은 링크들로 연결된 자식 정점을 선택하는 단계;

(c3) 상기 선택된 자식 정점과 상기 조상 정점의 정점 정보 값을 이용하여 이들을 연결하는 스페닝 트리 상의 중복된 최상위 부모 정점을 찾는 단계;

(c4) 상기 중복된 최상위 부모 정점의 정점 정보 값을 이용하여 상기 자식 정점과 상기 조상 정점 사이의 복수의 경로를 포함하는 회로를 찾는 단계;

(c5) 상기 조상 정점의 나머지 자식 정점에 대해 상기 (c3) 내지 (c4) 단계를 반복하여 수행하는 단계; 및

(c6) 스패닝 트리에 포함되는 모든 정점들이 조상 정점으로 사용될 때까지 차례로 자식 정점들을 조상 정점으로 선택하여 상기 (c2) 내지 (c5) 단계를 수행하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 네트워크 경로 설정 방법.

【청구항 7】

네트워크 상의 연결장치들을 정점으로 하고 상기 연결장치들 사이의 링크를 간선으로 하는 스패닝 트리를 생성하는 스패닝트리생성부;

상기 스패닝 트리의 모든 정점에 대해 소정의 정점 정보를 지정하는 정점정보지정부;

상기 스패닝 트리에 대응하는 원래의 네트워크에서 연결장치 사이에 복수의 경로를 가지는 회로를 모두 찾는 회로탐색부; 및

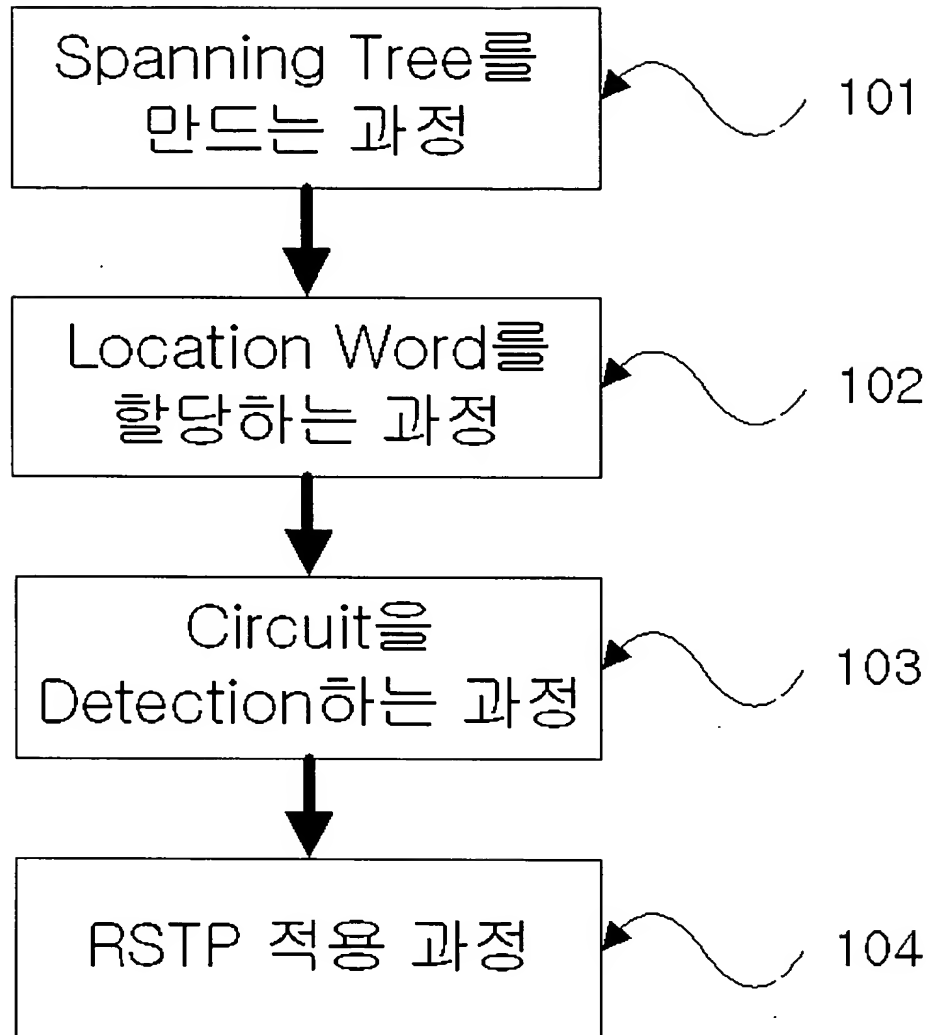
상기 회로에 해당하는 링크들에는 래피드 링 스패닝 트리 프로토콜을 적용하고, 상기 스패닝 트리의 링크 중에서 상기 회로에 해당하지 않는 링크들에는 래피드 스패닝 트리 프로토콜을 적용하는 스패닝트리프로토콜적용부를 포함하는 것을 특징으로 하는 네트워크 경로 설정 장치.

【청구항 8】

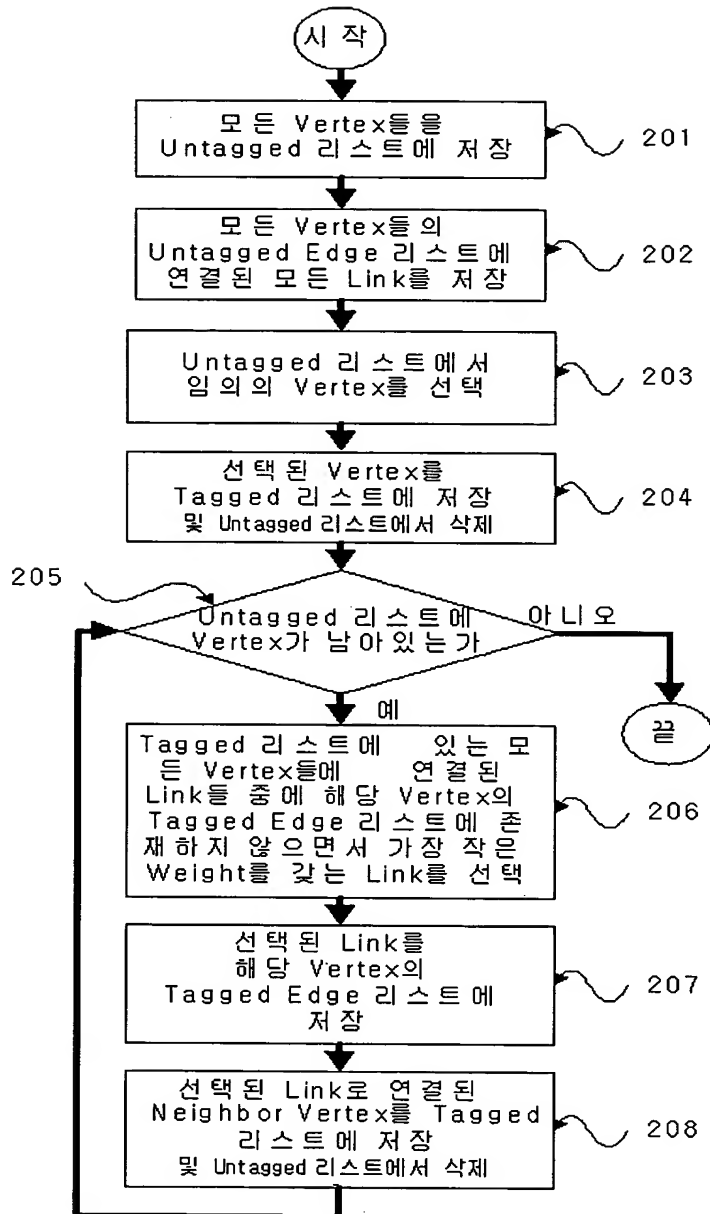
- (a) 네트워크 상의 연결장치들을 정점으로 하고 상기 연결장치들 사이의 링크를 간선으로 하는 스패닝 트리를 생성하는 단계;
- (b) 상기 스패닝 트리의 모든 정점에 대해 소정의 정점 정보를 지정하는 단계;
- (c) 상기 스패닝 트리에 대응하는 원래의 네트워크에서 연결장치 사이에 복수의 경로를 가지는 회로를 모두 찾는 단계; 및
- (d) 상기 회로에 해당하는 링크들에는 래피드 링 스패닝 트리 프로토콜을 적용하고, 상기 스패닝 트리의 링크 중에서 상기 회로에 해당하지 않는 링크들에는 래피드 스패닝 트리 프로토콜을 적용하는 단계를 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체.

【도면】

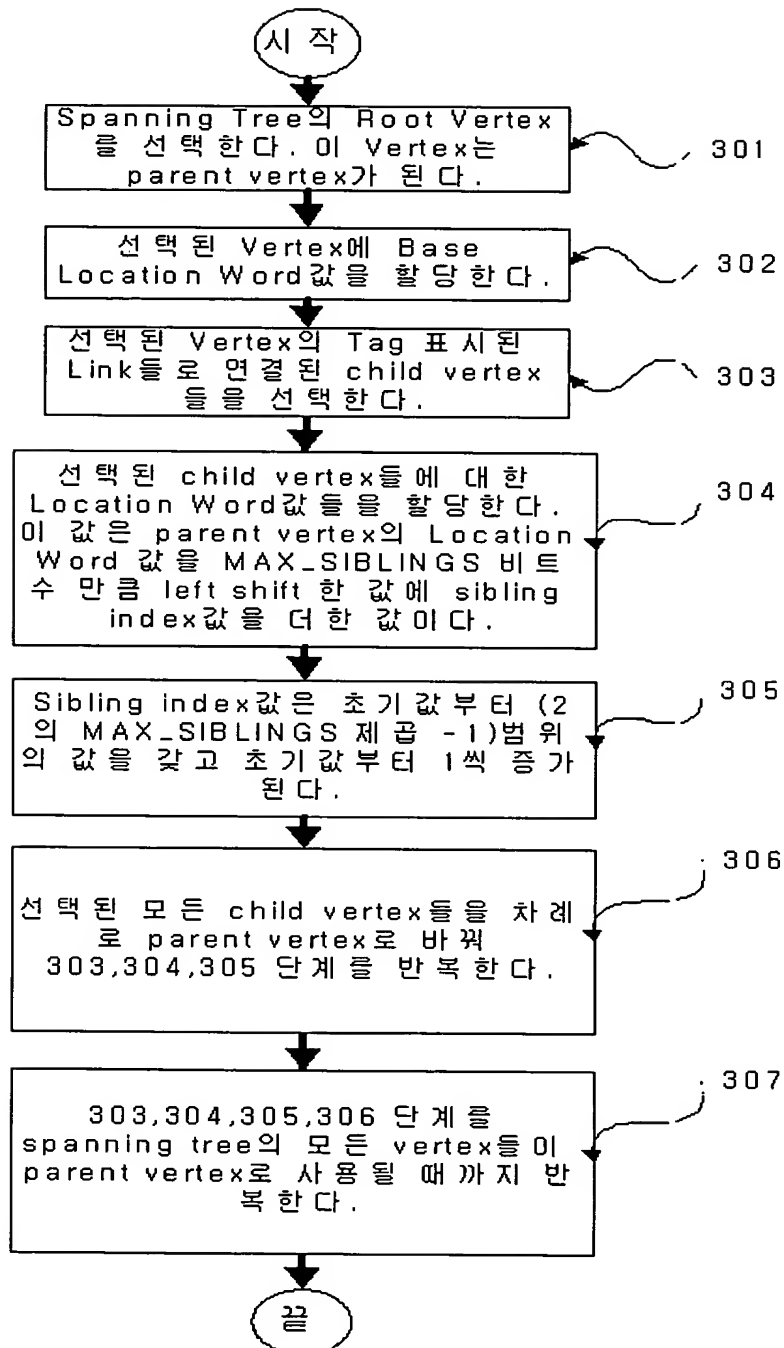
【도 1】



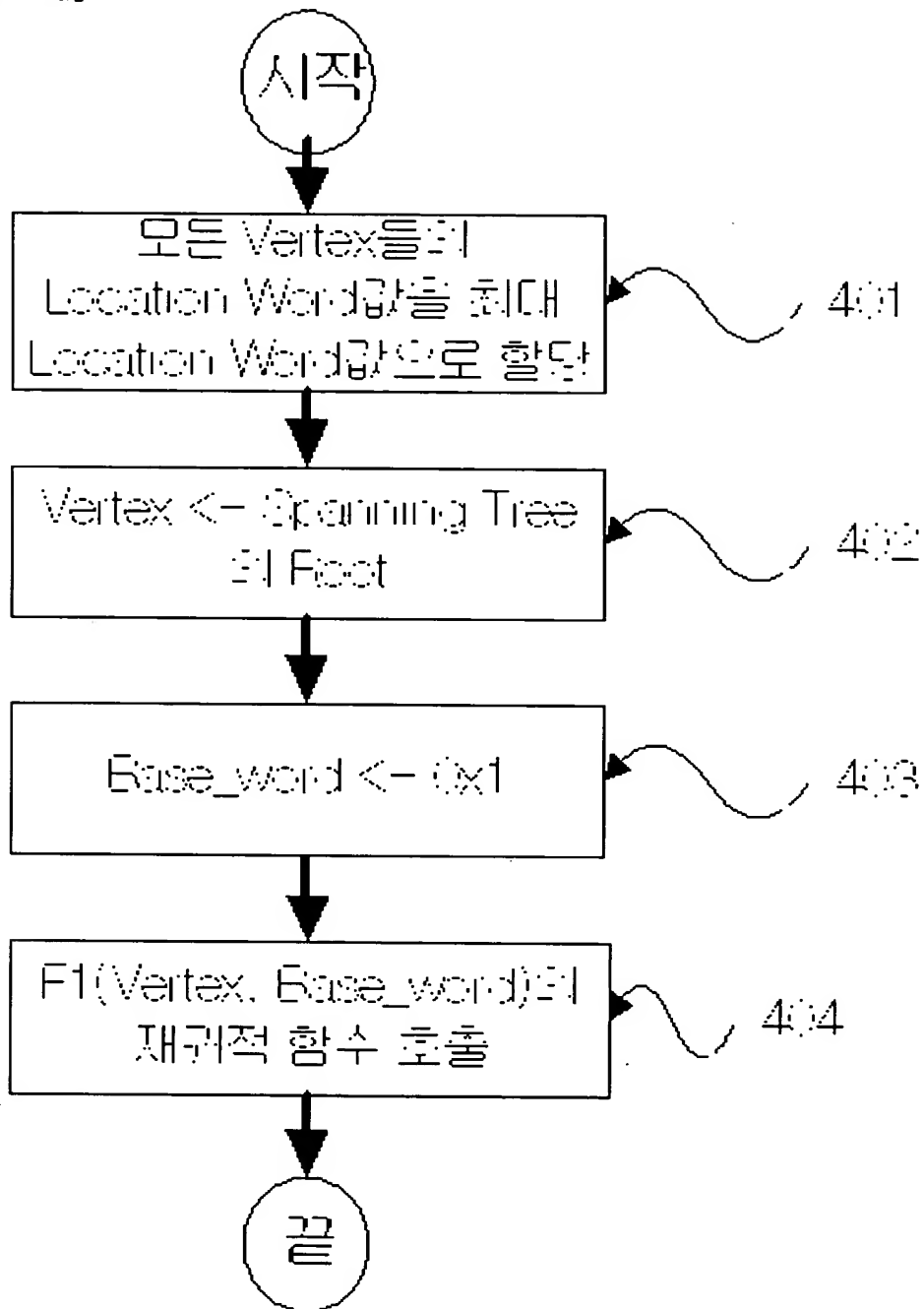
【도 2】



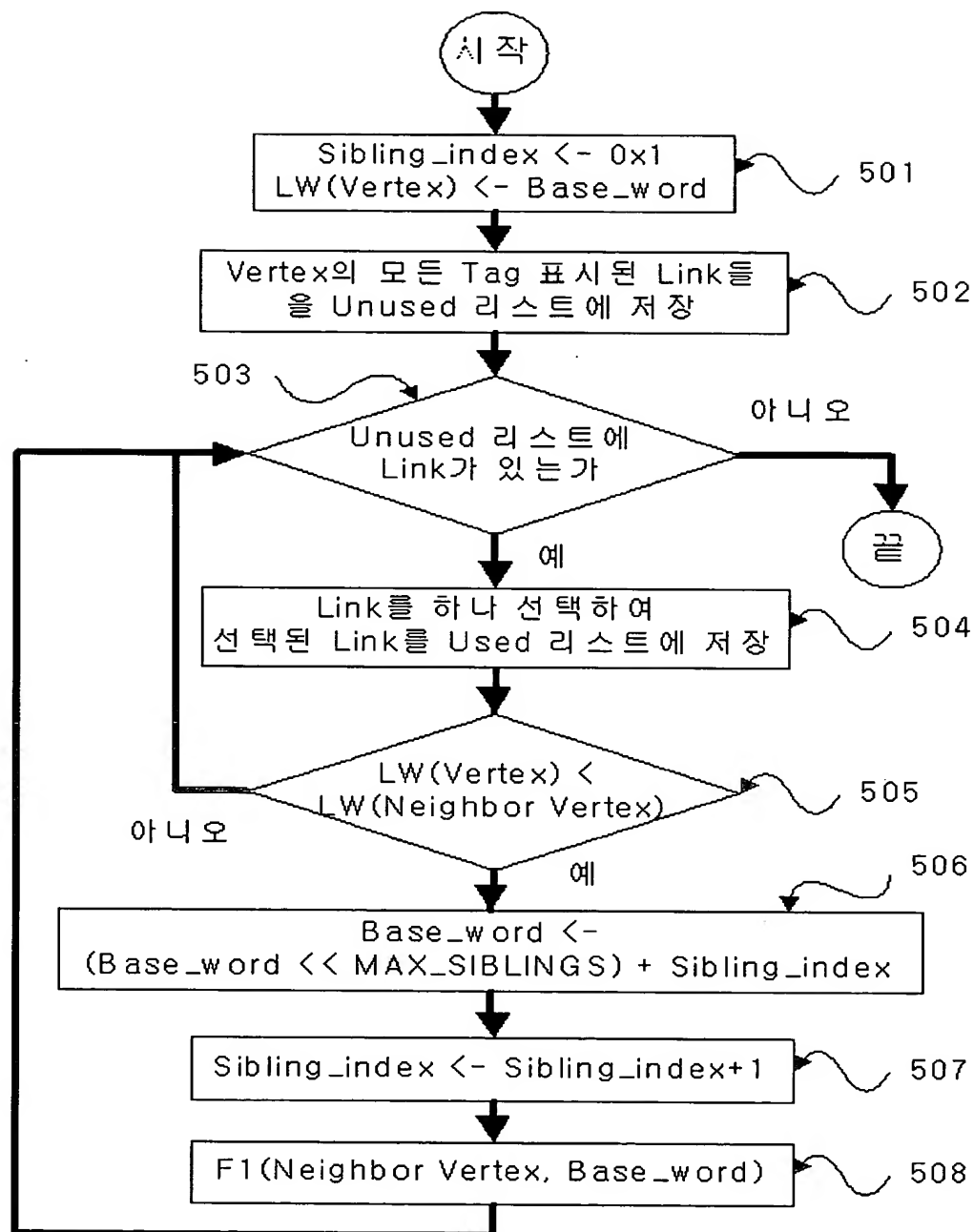
【도 3】



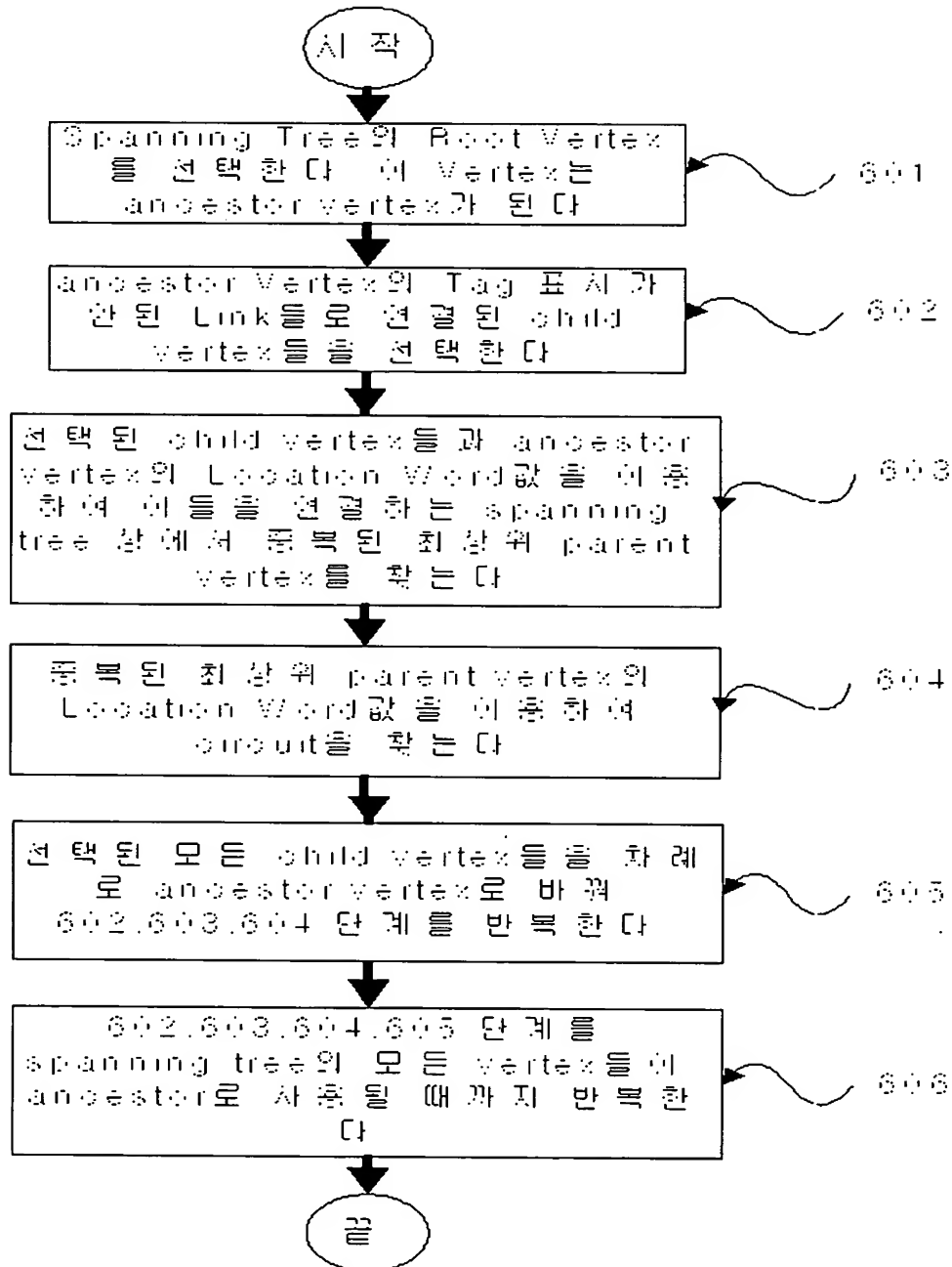
【도 4a】



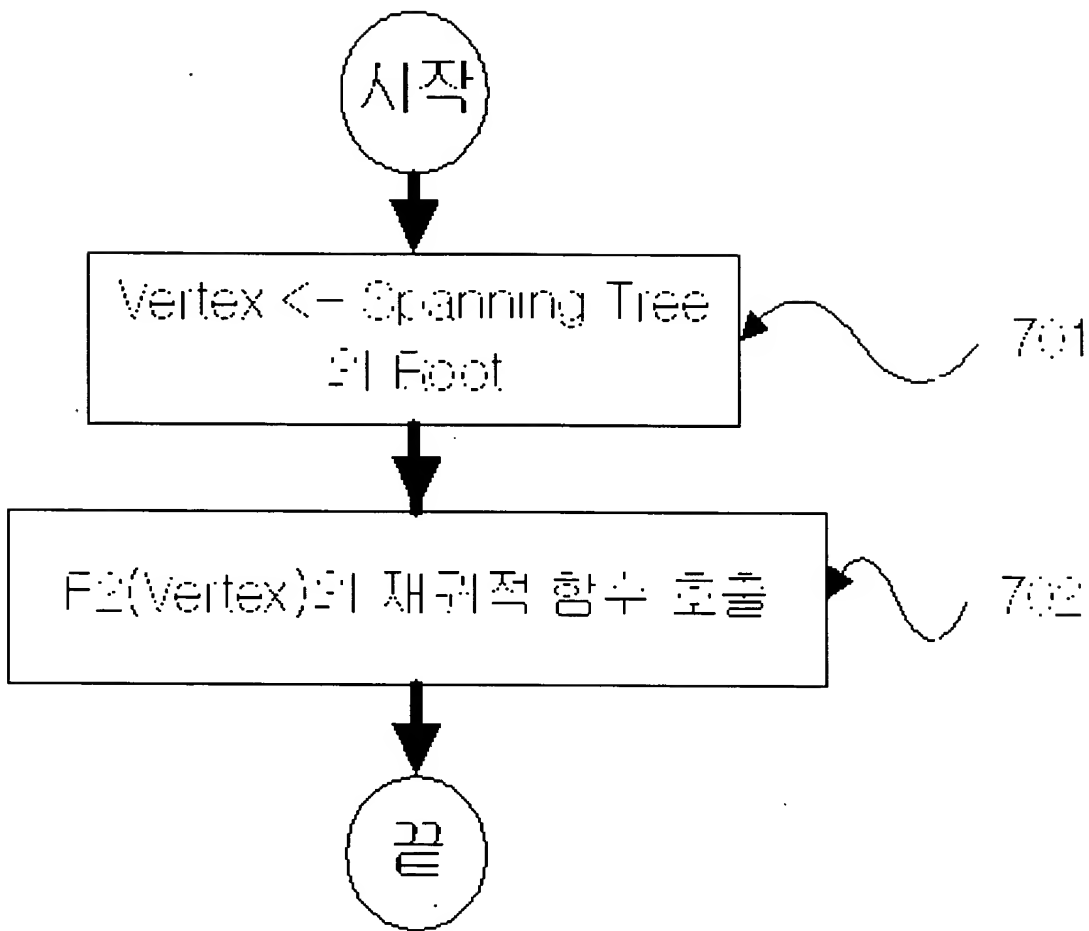
【도 4b】



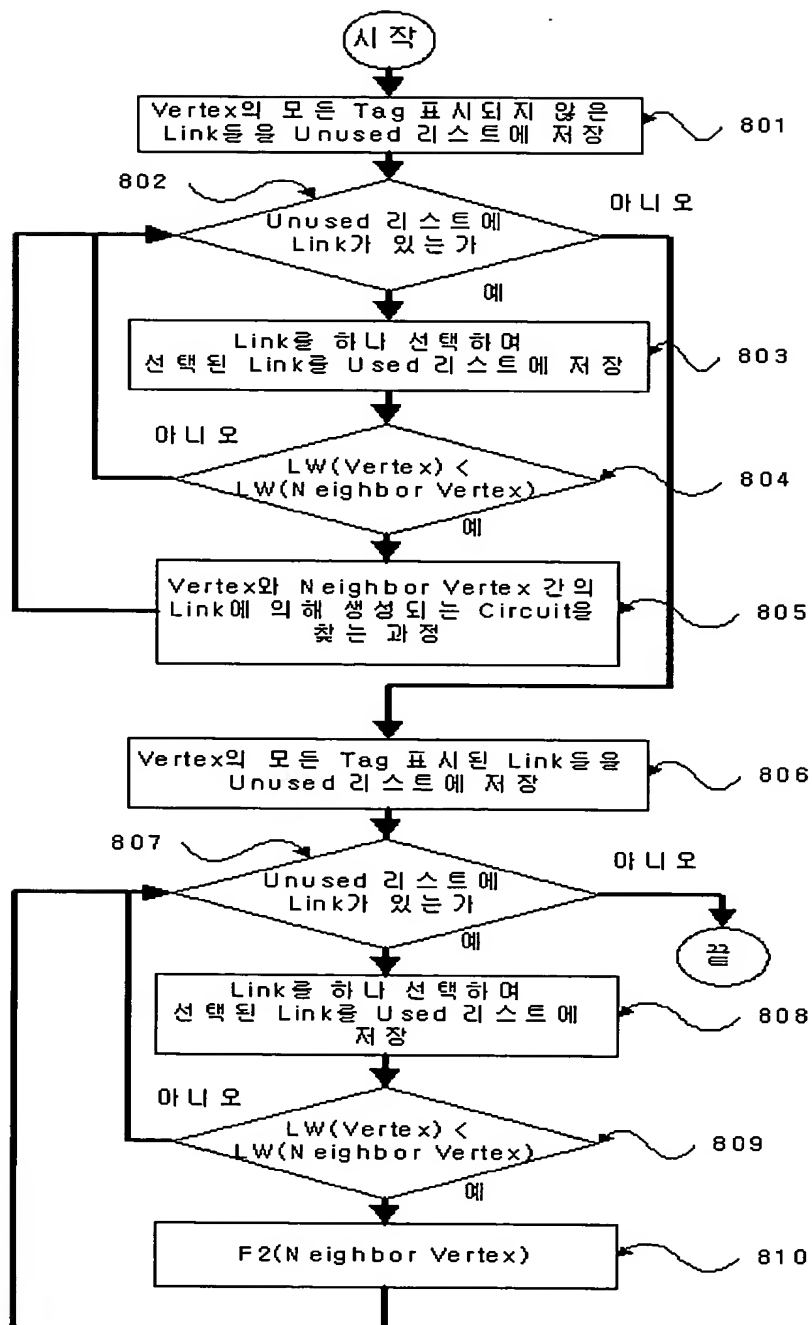
【도 5】



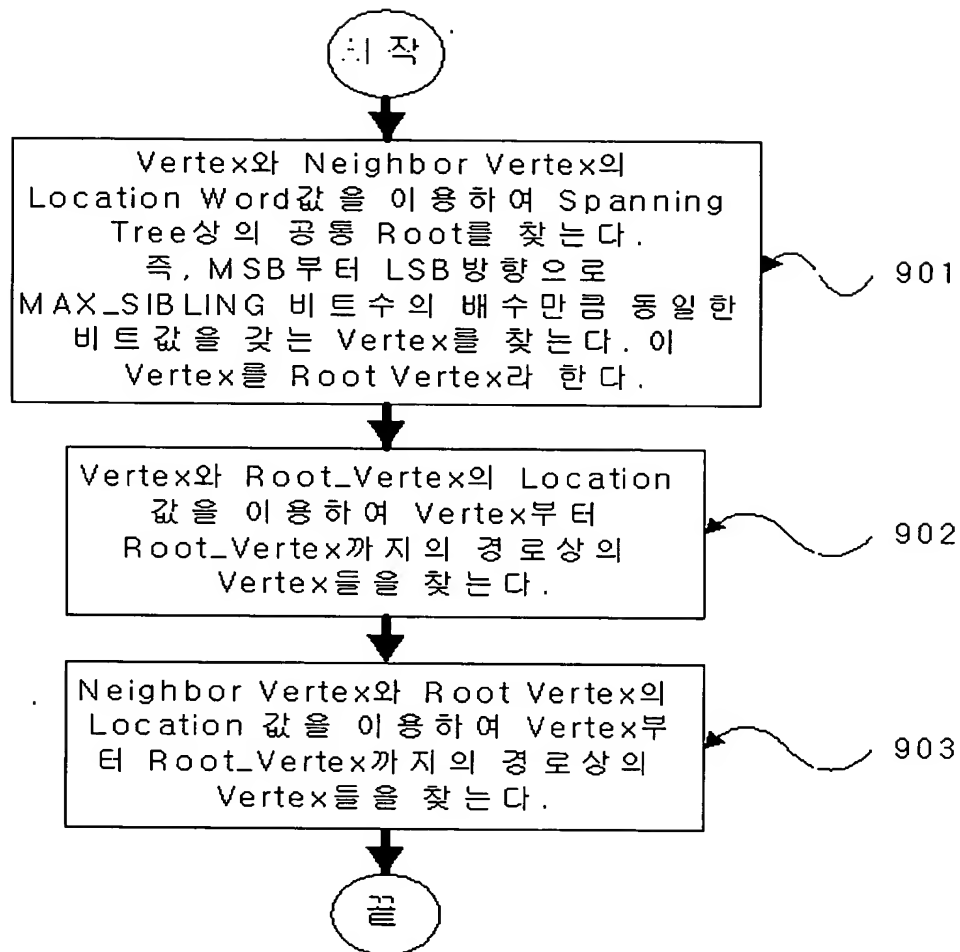
【도 6a】



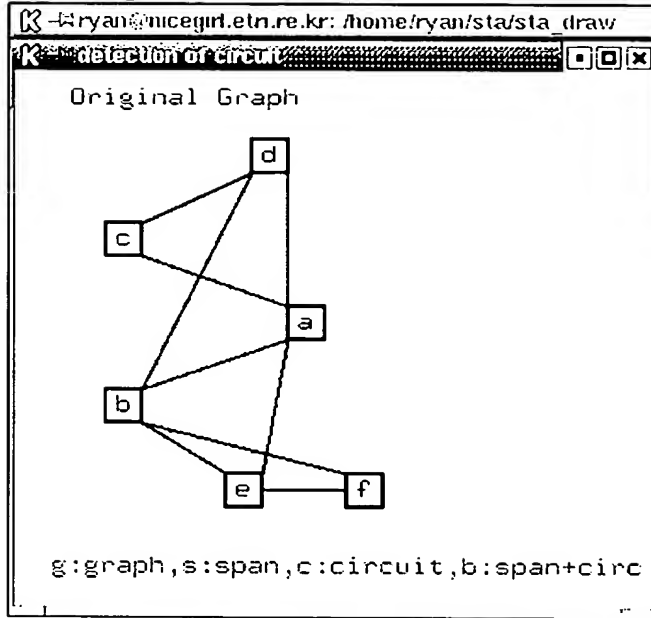
【도 6b】



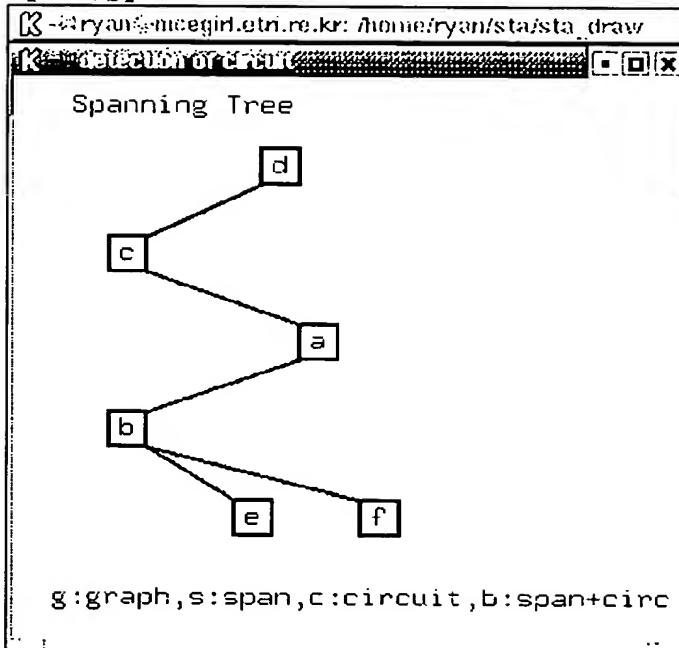
【도 6c】



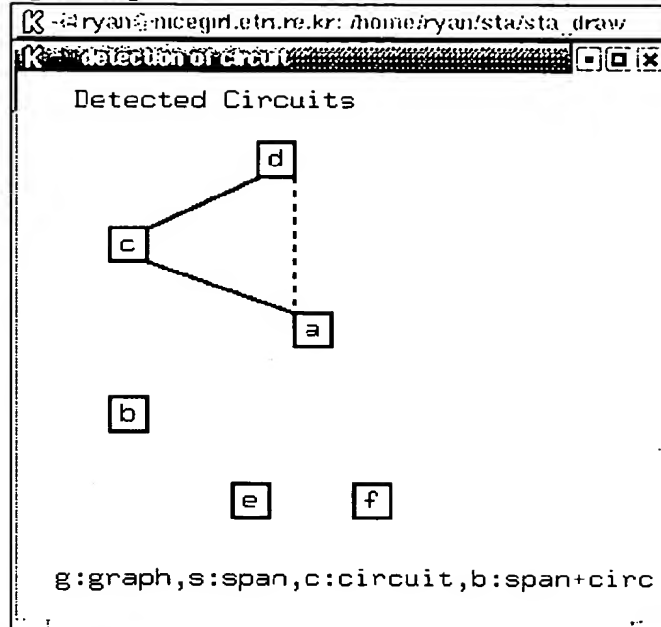
【도 7a】



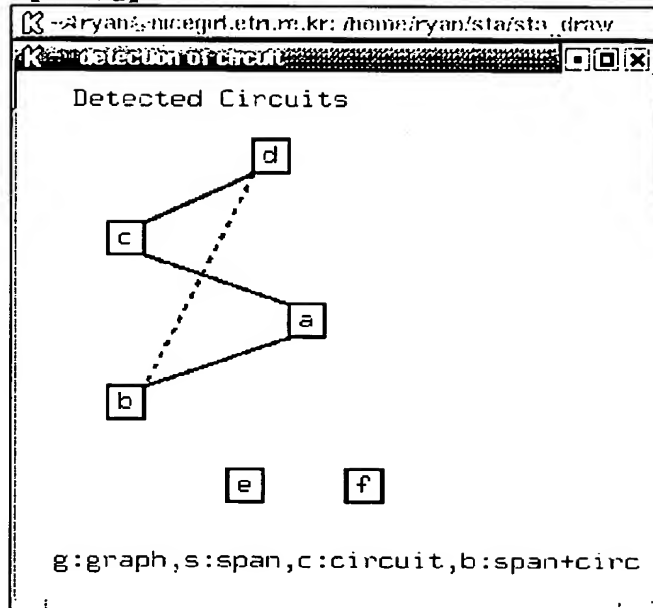
【도 7b】



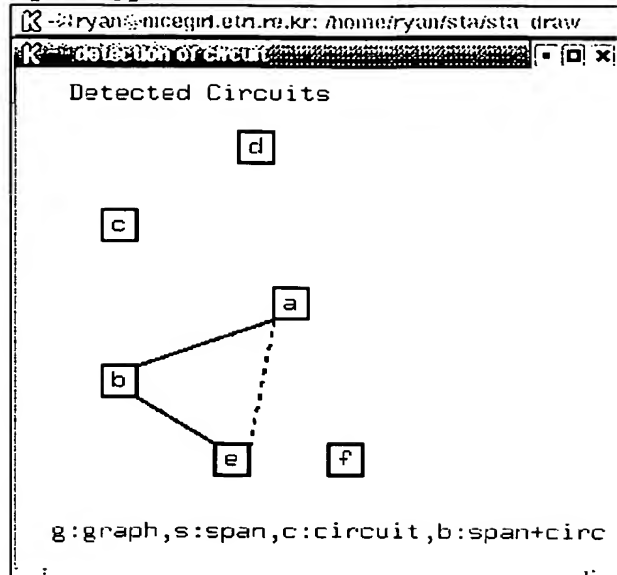
【도 7c】



【도 7d】



【도 7e】



【도 7f】

